

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The optical receiving set characterized by inputting an optical input signal, equalizing a waveform distortion by the aforementioned waveform equalizer including the light filter which separates the upper sideband and lower sideband of optical carrier frequency of this optical input signal from this optical input signal, the optoelectric transducer of the aforementioned upper sideband outputted from this light filter, or a lower sideband which receives either at least, and the equalizer which undergoes the output of this optical/electrical converter, and obtaining an input signal.

[Claim 2] The light filter which inputs an optical input signal and separates the upper sideband and lower sideband of optical carrier frequency of this optical input signal from this optical input signal, The 1st and 2nd optoelectric transducers which receive individually the upper sideband outputted from this light filter, and a lower sideband, respectively, The optical receiving set characterized by equalizing a waveform distortion by the two aforementioned waveform equalizers, and obtaining an input signal including the 1st and 2nd waveform equalizers which undergo the output of these [ 1st ] and the 2nd optoelectric transducer, respectively, and the adder adding the output of these [ 1st ] and the 2nd equalization filter.

---

[Translation done.]

102

PAT-NO: JP405153052A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05153052 A  
TITLE: OPTICAL RECEIVER  
PUBN-DATE: June 18, 1993

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
SAITO, TOMOKI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
NEC CORP N/A

APPL-NO: JP03339664  
APPL-DATE: November 28, 1991

INT-CL (IPC): H04B010/04, H04B010/06 , H04B010/18  
US-CL-CURRENT: 398/FOR.180

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide an optical receiver capable of compensating a waveform distortion generated in a reception waveform after a transmission is performed in a microwave area by discriminating sidebands existing on the both sides with the carrier wave of optical signals to be received as a center, receiving the sidebands respectively and converting them to electric signals, and having an advantage that the waveform distortion can be adaptively compensated since the characteristic of a waveform equalizer can be made variable.

CONSTITUTION: An optical signal 100 to be received is

separated into the  
upper sideband components and lower sideband components of  
light carrier wave  
frequency of the frequency components had by the optical  
signal in an optical  
frequency area by an optical filter 1. The upper sideband  
components are  
converted into electric signals by a photoelectric conversion  
element 2. The  
output is equalized by a waveform equalizer 4 and an  
equalization signal 200 is  
obtained as a result. By detecting the output of the  
photoelectric converter  
2, the frequency passing characteristic of the optical filter  
1 is controlled  
via a wavelength control circuit 7.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 ( A )

(11)特許出願公開番号

特開平5-153052

(43)公開日 平成5年(1993)6月18日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 B 10/04  
10/06  
10/18

8426-5K  
8426-5K

H 0 4 B 9/ 00

Y  
M

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-339664

(22)出願日 平成3年(1991)11月28日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 齋藤 朝樹

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

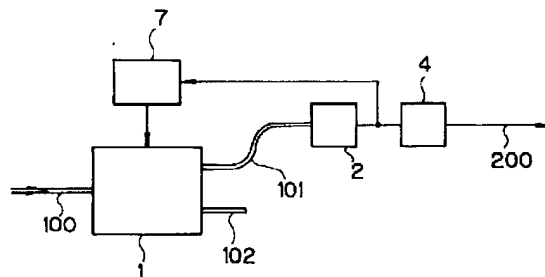
(74)代理人 弁理士 本庄 伸介

(54)【発明の名称】 光受信装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、受信する光信号の搬送波を中心に、両側に存在する側波帯を区別して、それぞれ個別に受信し電気信号に変換することにより、マイクロ波領域で伝送後の受信波形に生じた波形歪を補償することができ、また、波形等化器の特性を可変にできることから適応的に波形歪を補償できる利点もある光受信装置を提供することを目的とする。

【構成】 受信される光信号100は、光フィルタ1により、光周波数領域で光信号の持つ周波数成分のうち光搬送波周波数の上側波帯成分と下側波帯成分に分離される。その上側波帯成分は光電変換素子2で電気信号に変換される。その出力は波形等化器4で等化され、結果として等化信号200を得る。なお、光電変換器2の出力を検出することによって、波長制御回路7を介して、光フィルタ1の周波数通過特性が制御されている。



1: 光フィルタ  
2: 光電変換素子  
4: 波形等化器  
7: 波長制御回路

100: 光信号  
101,102: 光フィルタ出力光  
200: 等化信号

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光受信信号を入力し、該光受信信号からこの光受信信号の光搬送波周波数の上側波帯と下側波帯を分離する光フィルタと、この光フィルタから出力される前記上側波帯または下側波帯の少なくともいずれか一方を受信する光電変換素子と、この光電変換器の出力を受ける等化器とを含み、前記波形等化器で波形歪を等化し受信信号を得ることを特徴とする光受信装置。

【請求項2】 光受信信号を入力し、該光受信信号からこの光受信信号の光搬送波周波数の上側波帯と下側波帯を分離する光フィルタと、この光フィルタから出力される上側波帯と下側波帯をそれぞれ個別に受信する第1及び第2の光電変換素子と、これら第1及び第2の光電変換素子の出力をそれぞれ受ける第1及び第2の波形等化器と、これら第1及び第2の等化フィルタの出力を加算する加算器とを含み、前記2つの波形等化器で波形歪を等化し受信信号を得ることを特徴とする光受信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ファイバ通信や光情報処理等に用いられる光受信装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光ファイバ通信においては、半導体レーザへの注入電流を信号源で変調した強度変調信号を得て、伝送路である光ファイバを伝送し、PINダイオード等の光電変換素子を用いた光受信器で受信する強度変調直接検波通信装置が主に用いられている。この通信装置では光ファイバの損失が最低となる波長帯である

1.5 $\mu$ m帯伝送において、ギガビット以上の伝送速度で通信を行うと光ファイバの分散の影響を受け伝送後に大きな品質劣化を生じることが知られている(M. Shikada et al., "Long-Distance Gigabit-Range Optical Fiber Transmission Experiments Employing DFB-LD's and InGaAs-APD's," IEEE Journal of Lightwave Technology, Vol. LT-5, No. 10, pp. 1488-1497)。

【0003】また、近年光増幅器の研究が行われ、光増幅器による直接増幅中継系の検討も盛んとなってきている。(S. Yamamoto et al., "516 km 2.4 Gb/s Optical Fiber Transmission Experiment Using 10 Semiconductor Laser Amplifiers and Measurement of Jitter Accumulation," 17th Conference on Integrated Optics and Optical Fiber Communication, Post

-Deadline Papers 20PDA-9)。

このような直接増幅中継系では、損失を補償して伝送可能距離を延長できるから、超長距離の伝送の可能性が期待されている。このような、超長距離伝送では、上述の光ファイバの分散の影響による受信波形の歪は伝送可能距離に制限を与える主要因となる。

【0004】現在用いられているマイクロ波帯の通信でも伝送後の波系歪は生じるが、マイクロ波通信の受信器では、搬送波の強度と搬送波の両側に存在する側波帯の周波数を検出しているから、受信後に適当な等化器を用いて波形等化することが可能となる。しかしながら、強度変調直接検波光ファイバ通信方式では、受信側で光電界振幅を2乗した強度変調成分を検出するが、搬送波の両側に存在する側波帯の周波数情報を検出できないので、マイクロ波通信と異なって、受信波形歪を完全には等化できない。

【0005】現在のところ、強度変調直接検波光ファイバ通信方式の波形等化方法として、光周波数領域でトランスバーサルフィルタを構成し、光領域で信号処理を行う方法(笹山他、「10GHz高速信号を処理する8スタップコヒーレント光トランスバーサルフィルタ」1990年電子情報通信学会春季全国大会、B-964)や光電変換器の前部に適当なフィルタを挿入し、光周波数領域で分散を補償する方法(A. H. Gnauck et al., "Optical Equalization of Fiber Chromatic Dispersion in 5-Gb/s Transmission System," 1990 Optical Fiber Communication Conference, Post-deadline Papers, PD-9)などが提案されているにすぎない。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上に述べた従来の光領域での波形等化手段では、上側波帯と下側波帯の周波数情報を残して扱われるから、理論的には波形等化が可能である。しかしながら、上述の光トランスバーサルフィルタでは、分岐した光の位相を互いに合わせる必要があり動作が不安定となる欠点があり、また、上述のA. H. Gnauckらの行った光周波数領域での分散補償技術では、波長オーダーの機械的調整が必要となり、不安定なものとなる欠点があった。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】第1の発明の光受信装置は、光受信信号を入力し、該光受信信号からこの光受信信号の光搬送波周波数の上側波帯と下側波帯を分離する光フィルタと、この光フィルタから出力される前記上側波帯または下側波帯の少なくともいずれか一方を受信する光電変換素子と、この光電変換器の出力を受ける等化器とを含み、前記波形等化器で波形歪を等化し受信信号を得ることを特徴とする。

【0008】第2の発明の光受信装置は、光受信信号を入力し、該光受信信号からこの光受信信号の光搬送波周波数の上側波帯と下側波帯を分離する光フィルタと、この光フィルタから出力される上側波帯と下側波帯をそれぞれ個別に受信する第1及び第2の光電変換素子と、これら第1及び第2の光電変換素子の出力をそれぞれ受ける第1及び第2の波形等化器と、これら第1及び第2の等化フィルタの出力を加算する加算器とを含み、前記2つの波形等化器で波形歪を等化し受信信号を得ることを特徴とする。

【0009】

【作用】第1の発明の光受信装置では、受信信号を光周波数領域で、光搬送波周波数を中心に上側波帯成分と下側波帯成分に分離し、分離されたどちらか一方の成分を光電変換素子で受信し、この光電変換素子の出力を適切な波形等化器を用いて波形等化し、送信源信号にほぼ近い信号を得、伝送後に生じた伝送路の分散による光受信器の感度劣化を抑圧している。

【0010】第2の発明の光受信装置では、受信信号を光周波数領域で、光搬送波周波数を中心に上側波帯成分と下側波帯成分に分離し、分離された両方をそれぞれ異なる光電変換素子で受信し、これら2つの光電変換素子の出力をそれぞれ互いに異なる適切な波形等化器を用いて波形等化し、これら波形等化器の出力を加算して、送信源信号にほぼ近い信号を得、さらに、上下両側波帯成分を受信することによってS/N比を稼ぎ、伝送後に生じた伝送路の分散による光受信器の感度劣化を抑圧している。

【0011】この場合、本発明において、従来の技術で受信信号の両側波帯の周波数情報の不検出により完全な波形等化の実現を困難にしていたが、光フィルタにより両側波帯を区別して受信することにより完全な波形等化を実現している。また、光周波数領域での光の位相合わせや波長オーダーでの機械的調整を含んでいないから、簡単な構成となっている。

【0012】

【実施例】次に、図面を参照して、本発明の光受信装置について更に詳しく説明する。図1は、第1の発明の一実施例を示すブロック図である。図1において、受信は以下の手順で行われる。まず、送られてきた光信号100は光周波数領域で、Mach-Zehnder型の光フィルタ1により、光信号100の持つ周波数成分のうち光搬送波周波数の上側波帯成分と下側波帯成分に分離される。その上波帯成分はフォトダイオードを用いた光電変換素子2で電気信号に変換される。その出力は、遅延時間と増幅率を調整できる機能を持つタップ数5のトランスバーサル・フィルタを用いた波形等化器4で適応的に等化され、結果として等化信号200を得る。なお、光電変換器2の出力を検出することによって、波長制御回路7を介して、光フィルタ1の周波数通過特性が

制御されている。

【0013】この構成において、10Gb/sのランダムパターンでLiNbO<sub>3</sub>の外部変調器により理想的に強度変調された中心波長1.5μm帯の光信号を、1.3μmに零分散波長を有する光ファイバで100km伝送後に受信させる。まず、通常の受信器と同様の受信特性を得るため、光信号100を直接に光電変換素子2で受信し、波形等化器4で等化を試みたところ、波形等化器4の出力には符号間干渉がかなり残り、大きな波形歪を引き起こしており、このため受信が不可能であった。受信される光信号は光搬送波周波数を中心に両側に側波帯を有するが、上側波帯と下側波帯とは伝送路である光ファイバの分散により各周波数成分に応じて互いに逆方向の位相回転を被る。そこで、光信号100を光電変換素子2で直接に受信したのでは、上側波帯成分と下側波帯成分を同時に光電変換素子で受信する際、すなわちベースバンドに落とす過程において、異なった向きの位相回転を持った上側波帯と下側波帯が区別できなくなるため、等化不可能になる。このときの光信号100をスペクトラムアナライザで観測すると、搬送波の両側に左右対称な側波帯が観測された。そこで、図3に示す様な構造であり、図4に示す様な周波数通過特性を持つ光フィルタ1を用いた本実施例の光受信装置で光信号100を受信したところ、送信信号に近い波形に再生することができた。このときの光フィルタ出力光101をスペクトラムアナライザで観測すると、下側波帯成分が抑圧されて上側波帯成分のみが観測された。また、このときの受信感度劣化量は、通常の受信器を用いて測定したBack-to-backの受信感度から6dBあったが、エラーフロアの無い受信特性を得た。

【0014】図2は、第2の発明の一実施例を示すブロック図である。図2において、受信は以下の手順で行われる。まず、送られてきた光信号100は光周波数領域で、Mach-Zehnder型の光フィルタ1により、光信号100の持つ周波数成分のうち光搬送波周波数の上側波帯成分と下側波帯成分に分離される。分離された上側波帯成分と下側波帯成分はそれぞれフォトダイオードを用いた光電変換素子2、3で電気信号に変換される。その出力はそれぞれ、遅延時間と増幅率を調整できる機能を持つタップ数5のトランスバーサル・フィルタを用いた波形等化器4、5で適応的に等化され、波形等化器4、5の出力は電力分岐素子を用いた加算器7で加算され、結果として等化信号200を得る。なお、光電変換器2の出力を検出することによって、波長制御回路7を介して、光フィルタ1の周波数通過特性が制御されている。

【0015】この構成において、上述の実施例と同様な伝送速度10Gb/s、伝送距離100kmの光信号を受信させる。まず、通常の受信器と同様の受信特性を得るため、光信号100を直接光電変換素子2で受信し波

5

形等化器4で等化を試みたところ、受信が不可能であった。このときの光信号100をスペクトラムアナライザで観測すると、搬送波の両側に左右対称な側波帯が観測された。そこで、上述と同様な光フィルタ1を用いた本発明の光受信装置で信号光を受信したところ、送信信号に近い波形に再生することができた。このとき、光フィルタ出力光101、102をスペクトラムアナライザで観測すると、出力光101では下側波帯成分が抑圧されて上側波帯成分のみが、出力光102では上側波帯成分が抑圧されて下側波帯成分のみが観測された。また、このときの受信感度劣化量は、通常の受信器を用いて測定したBack-to-backの受信感度から3dBあったが、エラーフロアの無い受信特性を得た。

【0016】本発明にはこの他にも様々な変形例がある。受信する信号としては、変調法として直接半導体レーザの注入電流に変調を掛けた直接強度変調方式を用いることもできるし、送信信号速度も10Gb/sに限らず、これ以上の20Gb/sでもこれ以下の5Gb/sでも良い。また、信号光波長も1.5 $\mu$ m帯に限ることなく1.3 $\mu$ m帯でも良いし、その他の波長でも良い。さらに、発光ダイオードのようなコヒーレント光以外の光源でも良い。

【0017】伝送中に信号光に歪を与える伝送路である光ファイバは通常分散ファイバに限らず分散シフトファイバでも良いし、長さも100kmに限らずこれ以上でもこれ以下でも良い。

【0018】光フィルタもMach-Zehnder型で構成されるものに限らずファブリ・ペロ型のものでもその他の光フィルタでも良い。

【0019】光電変換素子もフォトダイオードに限らずフォトコンダクティブデバイスでもその他の光電変換素子でも良い。

【0020】波形等下器もトランスバーサル型のフィル

6

タに限らず、ストリップ線路を用いた遅延等下器でも良く、波形等化機能を持つものであれば良い。

【0021】第1の発明の光電変換素子で受光する側波帯は上側波帯に限らず下側波帯でも良い。

【0022】第2の発明の加算器も電力分岐素子を用いる他に従来の電気回路技術で実現できる加算回路を用いることもできる。

【0023】さらに、S/N比を稼ぐために、光フィルタの前に光ファイバ型の光増幅器や半導体光増幅器などを用いても良い。

【0024】

【発明の効果】以上に説明したように本発明によれば、伝送路の分散の影響の大きい高速・長距離伝送においても、容易にかつ安定に分散の影響を補償した受信を可能とする光受信装置を得ることができる効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の一実施例を示すブロック図である。

【図2】第2の発明の一実施例を示すブロック図である。

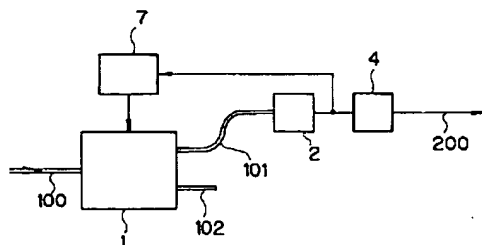
【図3】光フィルタ1の構造を示す図である。

【図4】光フィルタ1の周波数通過特性を示す図である。

【符号の説明】

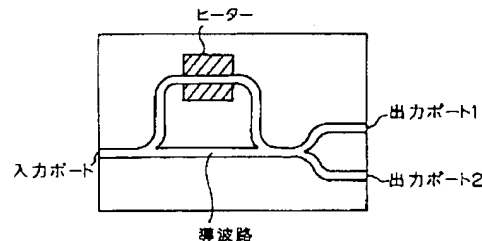
- 1 光フィルタ
- 2、3 光電変換素子
- 4、5 波形等化器
- 6 加算器
- 7 波長制御回路
- 100 光信号
- 101、102 光フィルタ出力光
- 200 等化信号

【図1】

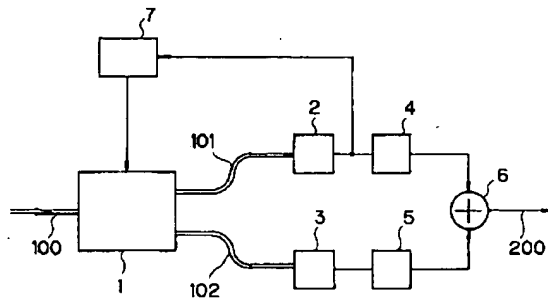


- 1 : 光フィルタ
- 2 : 光電変換素子
- 4 : 波形等化器
- 7 : 波長制御回路
- 100 : 光信号
- 101, 102 : 光フィルタ出力光
- 200 : 等化信号

【図3】

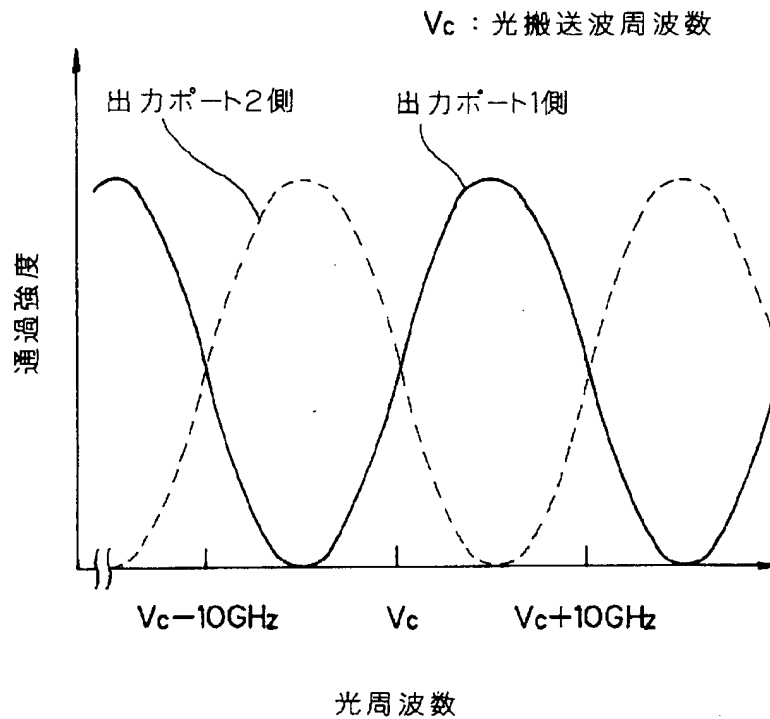


【図2】



- |            |                   |
|------------|-------------------|
| 1: 光フィルタ   | 100: 光信号          |
| 2,3: 光電変換器 | 101,102: 光フィルタ出力光 |
| 4,5: 波形等化器 | 200: 等化信号         |
| 6: 加算器     |                   |
| 7: 波長制御回路  |                   |

【図4】





【手続補正書】

【提出日】平成5年1月18日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】波形等化器もトランスバーサル型のフィルタに限らず、ストリップ線路を用いた遅延等化器でも良く、波形等化機能を持つものであれば良い。